

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22404007

研究課題名（和文） 東アフリカ幹線道路網の劣化ハザードマップの作成と道路技術の向上

研究課題名（英文） Hazard Map of main roots in east Africa and enhancement of road maintenance technique

研究代表者

杉浦 邦征（SUGIURA KUNITOMO）

京都大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：70216307

研究成果の概要（和文）：

本研究では、東アフリカ幹線道路網における舗装道路の劣化に関して、簡易計測技術を用いた評価を行った。簡易計測技術については、車両応答型計測システム VIMS を用いた。東アフリカのうちケニアにおいては、幹線道路において試験的な計測を実施したほか、VIMS 技術がケニア国道路公団の標準的な技術として採用され、全国的な展開が行われつつある。ウガンダにおいては、首都カンパラ近郊の幹線道路において試験的な計測を実施し、VIMS 技術が十分実用可能であること、また幹線道路網の劣化状態における特徴が把握できた。タンザニアにおいては、首都ダルエスサラムを中心とした幹線道路において試験的な計測を実施し、同様に VIMS 技術が十分実用可能であることが示されたほか、タンザニア道路公団 TANROADS の標準技術としての導入が検討されている。以上より、東アフリカにおける舗装道路の標準的な路面評価方法として、簡易計測技術 VIMS が十分適用可能であること、また都市部においては比較的良好な状態にあるものの、郊外では路面状態が悪いことなどが明らかとなった。本活動により、路面状態の基本的な情報を取得することができたため、今後継続して計測を行うことで東アフリカにおける幹線道路の継続的な劣化状況が把握できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：

In this research, in order to investigate the deterioration and current condition of main root in east African countries, simple measurement system, VIMS, was applied. Among the east African countries, we conducted trial measurement on main root in Kenya, where VIMS system is officially adopted. In this measurement, we confirm that the system can be applicable in this country and current state of the pavement was evaluated. In Tanzania, main root around the capital of Dar Es Salam was investigated and the system is under the review of Tanzania National Road Authority for official equipment. In Uganda, main root around the capital of Kampala was investigated. Finally it is found that VIMS is sufficiently applicable in these east African counties and the roots around the capital are relatively good but in the local area the roots are not properly managed. Thus in the future we can evaluate the state of deterioration of pavement in east Africa using the initial data that we obtained in this time.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
H22 年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
H23 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
H24 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
総計	12,700,000	3,810,000	16,510,000

研究分野：土木工学

科研費の分科・細目：土木材料・施工・建設マネジメント

キーワード：東アフリカ、舗装道路、維持管理

### 1. 研究開始当初の背景

アフリカ国際幹線道路（Trans African Highway）と回廊（Corridor）によって形成される道路網は、東アフリカにおける経済活動の大動脈である。そのため、日本を含めた多くの援助国によりこの幹線網が建設されたが、予想を上回る速さで劣化が進み、場合によっては舗装の再構築が必要な箇所も出てきている。事実、舗装道路は「消耗品」であるという発想のもと設計されており、適切な維持管理により舗装道路を維持していくことが前提となっている。しかし実際のところ適切な維持管理が行われている状況には程遠く、また援助国も維持管理の重要性を把握しているものの、維持管理への投資よりも新規の道路建設を重視する傾向にある。道路網の維持管理を適切に実施するためには、まず劣化状態や環境作用を正しく評価し、その評価に基づき補修を実施していく必要がある。特に維持管理に対して少ない予算しか充てることができない途上国では、劣化状況に応じた合理的な補修計画と予算配分が必須である。

一般に、道路舗装の劣化状態を把握する指標のうち、路面凹凸の程度を表すラフネス指標（国際ラフネス指標 IRI）が最も重要である。これまでは、これらの指標を測定するためには、多大な労力と予算を必要としていた。そのため途上国では、道路劣化の現状を把握することができず、合理的な予算配分や維持管理計画の立案をより一層困難にしている。一方、申請者らの研究グループでは、車両の振動特性から路面性状や構造物の状態を評価する研究を進めており、車両に搭載した簡易な加速度計の応答記録から、路面のラフネスを推定することが可能となっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、路面凹凸の簡易計測技術 VIMS を利用した東アフリカにおける幹線道路網の劣化状態の把握を行うことを目的とした。また、データの蓄積の結果「劣化ハザード」を示すマップを完成させることを上位目標とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 路面凹凸簡易計測技術 VIMS

VIMS とは、Vehicle Intelligent Measurement System の略称で、東京大学により開発された。VIMS の原理は、簡易な加速度計を一般車両に設置し、ポータブルの GPS による位置情報と

ともに加速度を計測し、その応答を IRI に換算するシステムである。VIMS の測定結果は、テキストデータとして出力されるほか、即時に Google Earth を用いた視覚化が可能である。当初 VIMS は高速道路などの比較的路面性状もよく、一定速度かつ高速で走行できる条件を前提として開発されていた。しかし、途上国の舗装道路は先進国のような高い管理水準になく、先進国では想定できない劣悪な道路状況となっている。また、途上国の道路のほとんどは未舗装道路であり、このような状況は想定されていなかった。そのため、本研究では VIMS の途上国における適性を確認するとともに、その結果により途上国幹線道路の現状把握を行うことを第一とした。



図1 VIMS

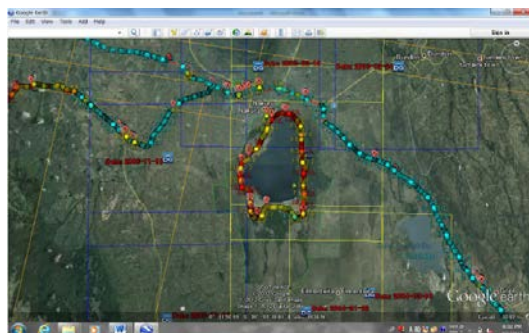


図2 VIMS による出力結果の一例

#### (2) 対象国

東アフリカの代表的な独立国家である、ケニア、ウガンダ、タンザニアの三カ国を対象とした。これらの国々はイギリスの旧植民地であった背景から、国家間の結びつきが深く、アフリカ国際幹線道路を主要な物流ルートとしている。

#### (3) ケニア

ケニアでは、ケニア道路公団 KENYA HIGHWAY AUTHORITY (KenHA) によって幹線道路が管理されている。ケニアでは、10 の管轄区に分かれて道路管理が行われているが、現状では道路状態の客観的な計測が行われていないため、恣意的な判断に基づき現状が評価され、維持補修に対する予算化が行われている。そ

のため、KenHA では積極的に計測技術を導入する動きがあり、JICA を通じた技術導入の依頼があった。本研究では、VIMS の検証作業と実用化の一環として、ケニアにおいて大規模な技術講習および各種車両による検証作業を行った。ケニアにおいて実施した技術講習会の状況を図 2 および図 3 に示す。

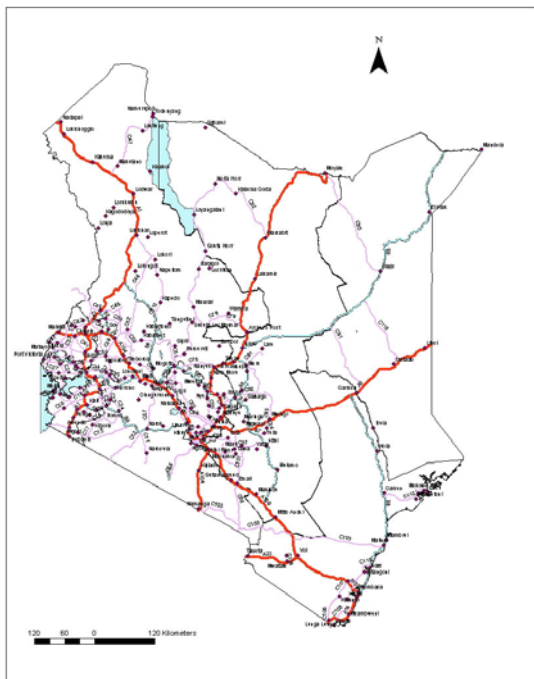


図 3 ケニアにおける幹線道路網



図 4 ケニアにおける実習とプレゼン

#### (2)ウガンダ

ウガンダでは、ケニア同様幹線道路網の管理をウガンダ道路公団 UNRA が行っている。また、路面状態の計測は ROMDAS と呼ばれるシステムで行っており、道路維持管理に対する一定の認識はあるものと考えられる。しかし、ROMDAS による計測は頻繁に実施できるものではなく、また車両に限られることもあり、全国的な路面計測は普及していないのが実情である。ウガンダでは、カンパラ近郊の幹線道路およびビクトリア湖周辺の幹線道路について、VIMS による路面計測の試行を実施した。

#### (3)タンザニア

タンザニアでは、他の二国同様、タンザニア道路公団 TANROADS によって幹線道路の管理が行われている。タンザニアにおいても ROMDAS による管理が行われているが、二台のシステムにより全国を網羅する必要があるため、路面計測について十分な対応がとられていないと言わざるを得ない。タンザニアでは、首都 Dar Es Salam 周辺の幹線道路、および未舗装道路を試験的に計測し、適正について調査を行った。

### 4. 研究成果

#### (1)ケニア

ケニアにおける計測の結果の一部を図 5 に示す。一般的に都市部においては、渋滞や信号のため車両が一定速度以上を出すことが困難であり、IRI の算定ができない。今回、ナイロビ都心部において比較的走行速度が保てる箇所を選定し、他の計測機器との比較を実施した。事前の目視点検の結果から、路線前半は比較的良好な路面、後半は劣悪な路面となっている。計測では、二台の車両に VIMS を搭載し、計測したほか、Roughmeter と呼ばれるケニアで通常利用されている機器による計測も行った。図には、対象区間での IRI 測定結果を示す。図より、VIMS では、車両によらずケニアで利用されている計測機器とほぼ同等の結果が得られたことがわかる。

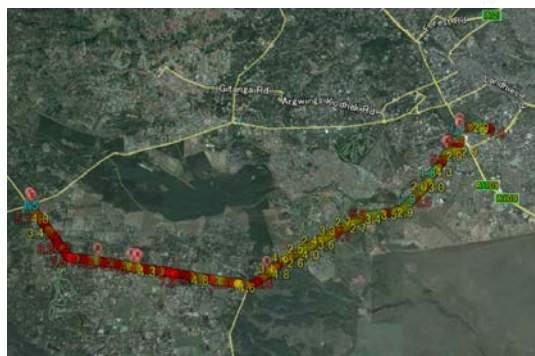


図 5 ケニアにおける計測結果



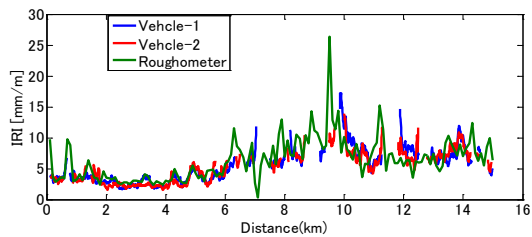


図 6 IRI の比較

### (2)ウガンダ

ウガンダにおける計測結果を図 7 に示す。ウガンダでは、首都カンパラ（図中心）近郊において比較的若い測定結果が得られていることがわかる（青：IRI<3）。一方、首都から離れると緑色を中心とした IRI の分布となっている。（緑：IRI<5）。これより、都心部では比較的頻繁に舗装の維持管理が実施され、路面状態を良好に保っているが、地方においては十分なメンテナンスが実施されていない可能性が指摘できる。図に示す幹線道路では、基本的に同程度の交通量が発生しているため、IRI の違いはメンテナンス頻度による差と考えられる。

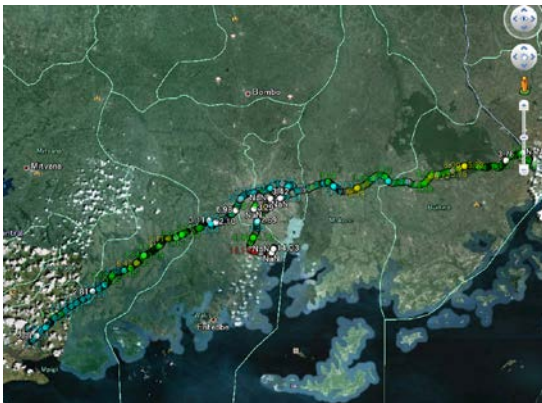


図 7 ウガンダにおける IRI 分布

### (3)タンザニア

タンザニアでは、バガモヨからダルエスサラムに続くバガモヨ道路について計測を実施した。また、バガモヨ道路および幹線道路を横断する未舗装道路についても計測を実施した。測定した結果を図 8 に示す。図より、舗装道路では青が示されており、路面が良好であることがわかる。一方、未舗装道路においてもダルエスサラムに近い未舗装道路は赤色（IRI>10）を示しているが、バガモヨに近い未舗装道路は黄色（IRI<10）を示していることがわかる。これは、未舗装道路においても管理状態が異なることを示唆している。

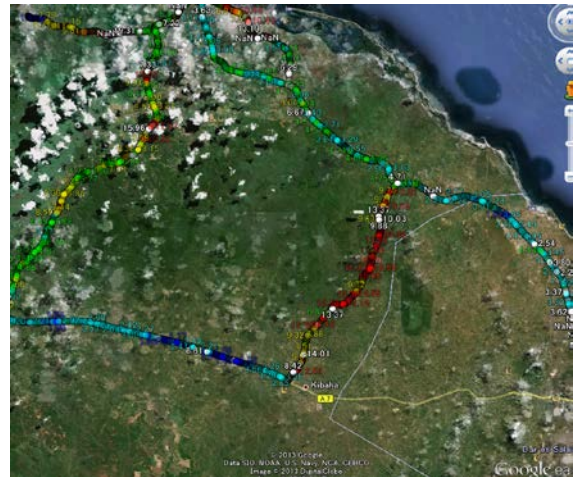


図 8 タンザニアにおける IRI 計測

### (4)まとめ

以上より、東アフリカにおける舗装道路の標準的な路面評価方法として、簡易計測技術 VIMS が十分適用可能であること、また都市部においては比較的良好な状態にあるものの、郊外では路面状態が悪いことなどが明らかとなった。本活動により、路面状態の基本的な情報を取得することができたため、今後継続して計測を行うことで東アフリカにおける幹線道路の継続的な劣化状況が把握できると考えられる。

### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

Heng Salpisoth, 大島義信, 河野広隆：実測データに基づくカンボジア道路舗装の IRI 予測法に関する検討，土木学会論文集 E1, Vol. 68, No. 3, I\_139-I\_146, 2012.

〔学会発表〕（計 1 件）

Yoshionobu Oshima et al.：IRI MEASUREMENT BY VIMS: CASE STUDY IN KENYA, proc. of JSCE annual conference, 2012. (CD-ROM)

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

○取得状況（計 0 件）

〔その他〕

### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉浦 邦征 (SUGIURA KUNITOMO)  
 京都大学・工学研究科・教授  
 研究者番号：70216307

(2)研究分担者

大島 義信 (OSHIMA YOSHINOBU)

京都大学 ・ 工学研究科 ・ 准教授

研究者番号：10362451

三方 康弘 (MIKATA YASUHIRO)

大阪工業大学 ・ 工学部 ・ 准教授

研究者番号：60434784

浅野 英一 (ASANO EIICHI)

摂南大学 ・ 外国語学部 ・ 准教授

研究者番号：90351684

木村 亮 (KIMURA MAKOTO)

京都大学 ・ 工学研究科 ・ 教授

研究者番号：30177927

伊藤 義人 (ITO YOSHITO)

名古屋大学 ・ 工学研究科 ・ 教授

研究者番号：30111826

北根 安雄 (KITANE YASUO)

名古屋大学 ・ 工学研究科 ・ 准教授

研究者番号：10444415